

SKRIPSI

NILAI pH, SUHU, NYALA API DAN WARNA API BIOGAS YANG DIHASILKAN PADA C/N FESES KERBAU DAN AMPAS KELAPA DENGAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA



Oleh:

MUCHAMAD RICO PERNANDA
11781101672

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

SKRIPSI

NILAI pH, SUHU, NYALA API DAN WARNA API BIOGAS YANG DIHASILKAN PADA C/N FESES KERBAU DAN AMPAS KELAPA DENGAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA



Oleh:

MUCHAMAD RICO PERNANDA
11781101672

**Diajukan sebagai syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Peternakan**

PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang berbeda

Nama : Muchamad Rico Pernanda

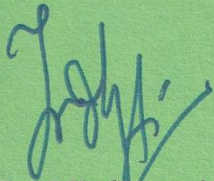
Nim : 11781101672

Program Studi : Peternakan

Menyetujui :

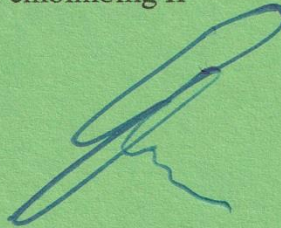
Setelah diujikan pada tanggal 16 November 2021

Pembimbing I



Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si
NIP. 19770727 200710 2 005

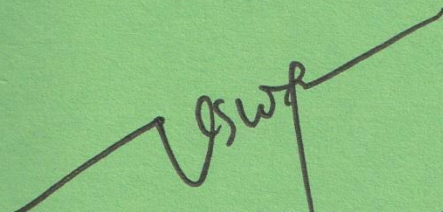
Pembimbing II



Dr. Elviriadi, S.Pi., M.Si
NIP. 19770414 200910 1 001

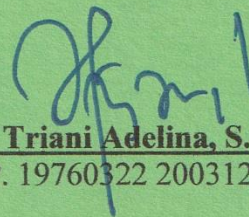
Mengetahui :

Dekan,
Fakultas Pertanian dan Peternakan



Dr. Arsyadi Ali, S.Pt. M.Agr. Sc
NIP : 19710706 200701 1 031

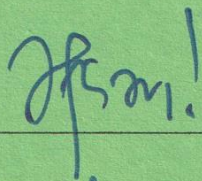
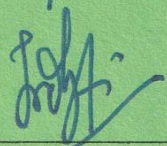

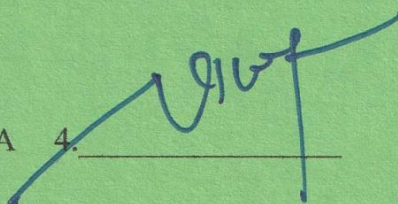
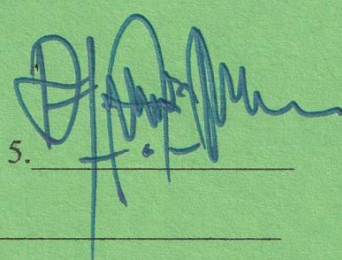
Ketua,
Program Studi Peternakan



Dr. Triani Adelina, S.Pt. M.P
NIP. 19760322 200312 2 003

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Peternakan pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
dan dinyatakan lulus pada 16 November 2021

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P	KETUA	1. 
2.	Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si	SEKRETARIS	2. 
3.	Dr. Elviriadi, S.Pi., M.Si	ANGGOTA	3. 
4.	Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr. Sc	ANGGOTA	4. 
5.	Dewi Ananda Mucra, S.Pt., M.P	ANGGOTA	5. 

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muchamad Rico Pernanda

Nim : 11781101672

Tempat/Tgl. Lahir : Bangkinang /27. April. 1999

Fakultas : Pertanian dan Peternakan

Prodi : Peternakan

Judul Skripsi : Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang Berbeda.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga

Pekanbaru, November 2021
Yang membuat pernyataan,



Muchamad Rico Pernanda
11781101672



"Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna)

Kepada siapa yang dikehendaki-Nya.

Barang siapa yang mendapat hikmah itu

Sesungguhnya ia telah mendapat kebajikan yang banyak,

Dan tiadalah yang menerima peringatan

Melainkan orang-orang yang berakal".

(Q.S. Al-Baqarah: 269)

"...kaki yang akan berjalan lebih jauh, tangan yang akan berbuat lebih banyak, mata yang akan menatap lebih lama, leher yang akan sering melihat ke atas, lapisan tekad yang seribu kali lebih keras dan hati yang akan bekerja lebih keras, serta mulut yang akan selalu berdoa..."-5 cm

Alhamdulillahirobbil' alamin.... Alhamdulillahirobbil' alamin....

Alhamdulillahirobbil' alamin....

Akhirnya aku sampai ke titik ini,

Sepercik keberhasilan yang engkau hadiahkan padaku ya Rabb

Tak henti-hentinya aku mengucapkan syukur pada Mu ya Rabb

Semoga sebuah karya mungil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi keluargaku tercinta

Ayah.... Ibu....

Tiada cinta yang paling suci selain kasih sayang ayahanda dan ibundaku.

Setulus hatimu bunda, searif arahanmu ayah.

Ibundaku dengan kasih sayang berlimpah dengan wajah datar menyimpan kegelisahan

Ataukah perjuangan yang tidak pernah kuketahui,

Doakan agar kelak anakmu ini menjadi orang yang sukses

Dalam menjalani kehidupannya nanti,

Terimakasih Ayah dan Ibuku

Salam sayangku selalu untuk Ayah dan Ibuku.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi Yang Berbeda”.**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada kesempatan ini disampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan yang ditujukan kepada :

1. Kedua orang tua Ayahanda tercinta Muhklis Usman yang menjadi panutan selama ini dan Ibunda tersayang Siti Maryam beliau adalah ibunda terhebat yang selalu ada buat penulis. Adik-adik tersayang Alirhas Islami dan Nabela Inkaza Putri yang tak pernah bosan mengingatkan penulis untuk berusaha dan selalu berdoa agar semua dipermudah oleh Allah Subhanahu Wata'ala. Kalianlah orang-orang yang sangat berharga dalam hidup penulis yang tak akan tergantikan hingga kapan pun, terimakasih kalian telah banyak memberikan bantuan materil dan moril selama perkuliahan berlangsung sampai dengan selesai.
2. Bapak Prof. Dr. H, Khairunnas, M. Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt, M.Agr. Sc selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M. Sc selaku Wakil Dekan I, Ibu Dr. Ir. Elfawati, M.Si selaku Wakil Dekan II, Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P sebagai Ketua Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

6. Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing I dan bapak Dr. Elviriadi S.Pi., M.Si dosen pembimbing selaku II yang telah banyak memberi arahan, masukan serta motivasi, bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr. Sc selaku dosen penguji I dan Ibu Dewi Ananda Mucra S.Pt., M.P selaku dosen penguji II terimakasih atas kritik dan sarannya untuk kesempurnaan skripsi ini.
8. Bapak Dr. Elviriadi S.Pi., M.Si selaku Penasehat Akademik saya, terimakasih atas motivasi dan arahannya selama perkuliahan ini.
9. Seluruh Dosen, Karyawan dan Civitas akademika Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah membantu penulis dalam mengikuti aktivitas perkuliahan dan yang selalu melayani dan mendukung dalam hal administrasi dengan baik.
10. Afdal Alifya Sulaiman, Khairul Zamil, Zulfadli, Lintang Putra Yudha, Ibnu Maja, Ifan Efendi abang-abang saya yang selalu ada buat penulis untuk memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Rifki Mahendra, Fajri Hamdani, Taufik Hidayat, Egi Sudiska, Alfikri, Dede Mazlan, Lantang Kapindo, Rafyqo Arza Putra, Zulfahri, Rezki, Apriansa, sahabat yang selalu bersedia membantu penulis untuk memberikan arahan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Buat ibu dan bapak pegawai dan pekerja Loka Penelitian Kambing Potong Sei Putih Sumatera Utara yang telah memberikan pengalaman dalam praktek lapang ilmu peternakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
13. Buat teman-teman semasa kuliah kelas C Peternakan 2017 yang telah banyak memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam membuat skripsi ini sampai selesai, yang telah menjadi tempat kedua penulis dalam berkeluh kesah selama perkuliahan.
14. Serta seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terimakasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah Subbhanahu Wa Ta'ala untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan yang perlu disempurnakan lagi dengan saran dan kritikan dari semua pihak. Semoga Allah Subbhanahu Wa Ta'ala melimpahkan berkah dan taufik-Nya pada kita semua dan semoga skripsi ini bermanfaat tidak hanya bagi penulis tapi juga untuk seluruh pembaca. Amin ya rabball'amin.

Pekanbaru, November 2021

Penulis

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

RIWAYAT HIDUP



Muchamad Rico Pernanda dilahirkan di Desa Pulau Lawas Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau pada tanggal 27 april 1999. Dilahirkan dari pasangan ayahnda Mukhlis Usman dan Ibunda Siti Maryam merupakan anak pertama dari empat orang bersaudara. Mulai pendidikan dari TK Taruna Cempaka Desa Pulau Lawas. Masuk ke SDN 007

Pulau Lawas pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan ke SMPN 2 Bangkinang Kota dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2015 melanjutkan pendidikan ke SMAN 2 Bangkinang Kota dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) diterima menjadi Mahasiswa pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Bulan Juli sampai Agustus 2019 melaksanakan Praktek Kerja Lapang (PKL) di Loka Penelitian Kambing Potong Sei Putih Sumatera Utara. Pada bulan Juli sampai Agustus 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KUKERTA) di Desa Pulau Lawas Kecamatan Bangkinang Provinsi Riau. Melaksanakan penelitian pada bulan Februari sampai Juni 2020 di Laboratorium UARDS (UIN Agriculture Research Development Station) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru. Pada tangga 16 November 2021 dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Peternakan melalui sidang tertutup Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, dengan judul skripsi “Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang Berbeda”.



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ” **Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang Berbeda**”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Elviriadi, S.Pi., M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan laporan hasil penelitian ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, November 2021

Penulis

UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang Berbeda

Muchamad Rico Pernanda (11781101672)

Dibawah bimbingan Irdha Mirdhayati dan Elviriadi

INTISARI

Ampas kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan pendukung pembuatan biogas, karena mengandung karbohidrat 38,1%, protein kasar 5,6%, lemak kasar 16,3%, serat kasar 31,6%, kadar abu 2,6% dan kadar air 5,5%. Kandungan yang terdapat pada feses kerbau adalah nitrogen 0,6%, pospor (P_2O_5) 0,3%, kalium (K_2O) 0,38%, air 85%, dan C/N 22,34. Kombinasi ampas kelapa dan feses kerbau diharapkan dapat memenuhi C/N dalam pembuatan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio C/N dan lama waktu fermentasi terhadap produksi biogas feses kerbau dan ampas kelapa berdasarkan nilai pH awal, pH akhir, suhu awal dan suhu akhir digester, nyala api, dan warna api yang dihasilkan. Penelitian dilakukan pada Februari s/d Juni 2021 di Laboratorium UARDS (UIN Agriculture Research and Development Station) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terjadi dari 2 faktor, yaitu faktor A dan faktor B dengan 2 kali ulangan. Faktor A adalah rasio feses kerbau dan ampas kelapa (rasio C/N) A0 = Feses kerbau 100% + ampas kelapa 0%, C/N = 22,34 A1 = Feses kerbau 75% + ampas kelapa 25%, C/N = 27 A2 = Feses kerbau 50% + ampas kelapa 50%, C/N = 30 Faktor B adalah Lama waktu fermentasi B0 = Fermentasi 0 hari B1 = Fermentasi 10 hari B2 = Fermentasi 20 hari B3 = Fermentasi 30 hari Dengan perbandingan penambahan air 1:1 dari bahan baku. Terdapatnya interaksi rasio C/N dan lama fermentasi tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap pH akhir, terdapatnya interaksi pada lama fermentasi pada suhu akhir dengan lama fermentasi 30 hari berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap penurunan suhu akhir, pada lama fermentasi 10 hari tidak menghasilkan api dan pada lama fermentasi 20 & 30 hari menghasilkan api, perlakuan A0B2 rasio C/N 22,34 dan lama fermentasi 30 hari menghasilkan warna api terbaik. Terdapatnya interaksi antara rasio C/N digester dan lama fermentasi pada pH awal dan pH akhir digester, Lama fermentasi sampai 30 hari dapat meningkatkan suhu akhir digester, Rasio C/N 22,34 dan lama fermentasi 30 hari menghasilkan kualitas biogas terbaik berdasarkan nyala api dan warna api.

Kata kunci: ampas kelapa, biogas, C/N, feses kerbau, nyala api, pH, warna api.

Value of pH, Temperature, Flame and Color of Biogas Flame Produced in C/N Buffalo Feces and Coconut Dregs At Different Fermentation Times

Muchamad Rico Pernanda (11781101672)

Under the guidance of Irdha Mirdhayati dan Elviriadi

ABSTRACT

Coconut dregs can be used as a supporting material for biogas production, because it contains 38.1% carbohydrates, 5.6% crude protein, 16.3% crude fat, 31.6% crude fiber, 2.6% ash content and 5 moisture content. 5%. The content contained in buffalo feces is 0.6% nitrogen, 0.3% phosphorus (P₂O₅), 0.38% potassium (K₂O), 85% water, and 22.34 C/N. The combination of coconut dregs and buffalo feces is expected to meet C/N in biogas production. This study aims to determine the effect of the C/N ratio and the length of fermentation time on the biogas production of buffalo feces and coconut dregs based on the initial pH value, final pH, initial temperature and final digester temperature, flame, and the color of the resulting flame. The research was conducted from February to June 2021 at the UARDS Laboratory (UIN Agriculture Research and Development Station) Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Sultan Syarif Kasim State Islamic University, Riau. This study uses an experimental method with a completely randomized design (CRD) factorial pattern that occurs from 2 factors, namely factor A and factor B with 2 replications, Factor A is the ratio of buffalo feces and coconut dregs (C/N ratio) A₀ = Buffalo feces 100% + 0% coconut dregs, C/N = 22.34 A₁ = 75% buffalo feces + 25% coconut dregs, C/N = 27 A₂ = 50% buffalo feces + 50% coconut dregs, C/N = 30 Factors B is the length of time for fermentation B₀ = Fermentation 0 days B₁ = Fermentation 10 days B₂ = Fermentation 20 days B₃ = Fermentation 30 days With a ratio of 1:1 addition of water from raw materials. The interaction between the C/N ratio and the duration of fermentation had no significant effect (P>0.05) on the final pH, the interaction between the length of fermentation at the final temperature and the fermentation time of 30 days had a very significant effect (P<0.01) on the decrease in the final temperature. , at 10 days fermentation did not produce fire and at 20 & 30 days fermentation produced fire, the A₀B₂ treatment with C/N ratio of 22.34 and fermentation time of 30 days produced the best color of fire. There is an interaction between the C/N ratio of the digester and the fermentation time at the initial pH and the final pH of the digester. The fermentation time up to 30 days can increase the final digester temperature, the C/N ratio is 22.34 and the fermentation time of 30 days produces the best biogas quality based on the flame and fire color.

Keywords: *biogas, buffalo feces, C/N, coconut pulp, color of fire, flame, pH.*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hascita Nil UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
INTISARI	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Feses Kerbau.....	4
2.2 Ampas kelapa.....	4
2.3 Gambaran umum Biogas	5
2.4 <i>Digester</i>	12
III. MATERI DAN METODE.....	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.5 Penentuan C, N, dan C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa.....	16
3.6 Penentuan Nilai Rasio C/N menurut Bahan.	16
3.7 Persiapan Penelitian.....	17
3.8 Prosedur Penelitian	17
3.9 Proses yang Diuji.....	19
3.10 Analisis Data.....	21
IV. HASIL & PEMBAHASAN.....	22
4.1 pH Awal.....	22
4.2 pH Akhir	23
4.3 Suhu Awal	25
4.4 Suhu Akhir.....	27
4.5 Nyala Api.....	28
4.6 Warna Api Biogas.....	30

V. PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37
DOKUMENTASI	57

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi senyawa biogas.....	6
2. Rasio C/N dari beberapa bahan organik.....	11
3. Analisis bahan penelitian	16
4. Komposisi bahan penelitian fases kerbau dan ampas kelapa.....	17
4.1. Nilai rata- rata pH awal bahan biogas.....	22
4.2. Nilai rata- rata pH akhir bahan biogas.....	24
4.3. Nilai rata- rata suhu awal bahan biogas.....	26
4.4. Nilai rata- rata suhu akhir bahan biogas.....	27
4.5. Nilai rata- rata uji nyala api bahan biogas.....	29
4.5. Nilai rata- rata uji warna api bahan biogas.....	30

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

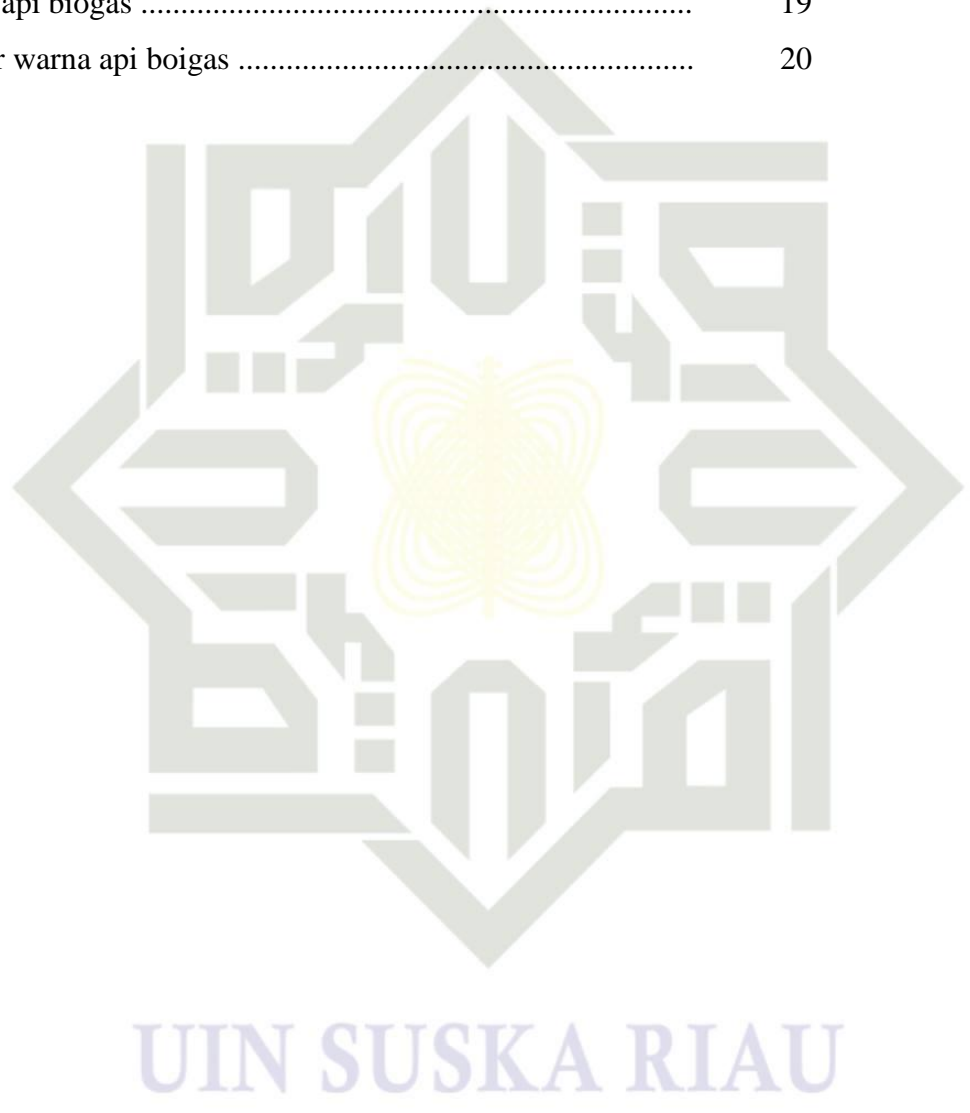


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.4.	Rancangan <i>digester</i> biogas	13
3.1.	Diagram alir penelitian	15
3.2.	Pembuatan modifikasi <i>digester</i> penelitian	18
3.3.	Uji nyala api biogas	19
3.4.	Parameter warna api boigas	20





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat pada umumnya tidak lepas dari yang namanya pemenuhan kebutuhan hidup, di dalam pemenuhan kebutuhan ini tentu akan membutuhkan bahan yang dapat membantu manusia dalam memproduksi kebutuhan yaitu salah satunya adalah bahan bakar minyak (BBM). Sementara kebutuhan akan bahan bakar minyak (BBM) semakin meningkat seiring dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat pula. Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) tidak dapat dihindari mengingat kebutuhan yang semakin meningkat namun sumbernya terbatas. Peningkatan harga minyak dunia menjadi salah satu pendorong kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia.

Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbanyak ke-empat dunia sebanyak 269 Juta Jiwa (Worldometers, 2019) tergolong negara yang tergantung pada sumber energi fosil terutama minyak bumi dan gas. Penggunaan energi dari minyak bumi dan gas bumi yang terus mengalami peningkatan 2,9% dari tahun ke tahun menimbulkan kekhawatiran cadangan minyak bumi dan gas bumi akan habis dalam waktu 12 Tahun (Silitonga, 2009).

Kebutuhan energi bagi masyarakat yang semakin meningkat diikuti dengan harga bahan bakar minyak (dari gas alam atau energi tak terbarukan) yang ikut meningkat, menjadikan salah satu peluang dalam upaya pemenuhan kebutuhan energi yang lebih murah dan tersedia melimpah berupa energi bio (biogas) sebagai energi terbarukan (Mahajoeno, 2010). Pengolahan limbah yang dilakukan dengan baik selain dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan juga memberikan nilai ekonomis terhadap usaha ternak. Salah satu pemanfaatan pemanfaatan limbah kotoran ternak kerbau adalah sebagai sumber energi biogas dan kompos.

Menurut Marlina dkk. (2013) biogas adalah gas yang dihasilkan dari bahan organik yang mengalami fermentasi oleh bakteri dalam kondisi *anaerob* (tanpa oksigen dari udara). Biogas dinilai sebagai salah satu solusi yang tepat dalam membantu permasalahan kebutuhan energi dunia yang semakin berkurang untuk

dapat menghasilkan suatu gas yang sebagian besar gas *metan* dan karbon dioksida.

Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan biogas adalah feses kerbau. Kabupaten Kampar adalah kabupaten yang sangat berpotensi untuk ternak kerbau banyak dari masyarakatnya yang beternak kerbau. Menurut data BPS Provinsi Riau (2019) bahwa jumlah ternak kerbau di Provinsi Riau berjumlah 23,677 ekor. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ternak kerbau di Provinsi Riau sangat berpotensi dalam memproduksi biogas dari feses kerbau. Oleh karena itu, kotoran kerbau sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas karena gas metan yang terkandung dalam kotoran kerbau cukup besar.

Ampas kelapa juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pendukung pembuatan biogas. Ampas kelapa merupakan parutan isi buah kelapa yang telah diambil intisarnya memiliki manfaat yang sangat banyak, tetapi banyak dari masyarakat tidak tahu beragam manfaat dari ampas kelapa, masyarakat hanya mengetahui ampas kelapa adalah bekas atau limbah dari isi buah kelapa yang telah diambil inti sarinya dan menjadi limbah yang tidak bermanfaat lagi (Hidayati, 2011).

Potensi pengembangan biogas feses kerbau dengan campuran ampas kelapa di Indonesia masih cukup besar, hal ini didukung dengan banyaknya peternakan kerbau dan banyaknya petani kopra di Indonesia membuat peluang yang besar terhadap ketersediaan bahan baku pembuatan biogas. Hal tersebut dapat mengurangi pengeluaran untuk pembelian bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga. Teknologi biogas dengan konsep *zero waste* (tidak menghasilkan limbah) diharapkan dapat membantu memperlambat laju pemanasan global. Selain bisa menjadi energi alternatif, biogas juga dapat mengurangi permasalahan lingkungan seperti, polusi udara, polusi tanah, dan pemanasan global (Wahyuni, 2013).

Pembuatan biogas dapat dilakukan dengan pencampuran limbah pertanian yang mengandung karbohidrat, protein dan lemak disamping dengan tambahan campuran kotoran ternak kerbau. Kandungan nutrisi yang ada di dalam ampas kelapa yaitu protein kasar 5,6%, karbohidrat 38,1%, lemak kasar 16,3%, serat kasar 31,6%, kadar abu 2,6% dan kadar air 5,5% (Wulandari, 2017). Secara teori

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bahan yang mengandung protein, karbohidrat dan lemak akan meningkatkan kandungan CH_4 (Gerardi, 2003). Menurut penelitian sebelumnya (Sipahutar, 2020). perbandingan komposisi biogas feses kerbau dan jerami padi rasio C/N 22,39 dan lama fermentasi 7 hari menghasilkan kualitas terbaik dilihat dari pH awal, pH akhir, uji nyala api dan stabilitas api. Dalam penelitian ini telah dikaji produksi biogas feses kerbau dan campuran limbah ampas kelapa terhadap pH awal, pH akhir, nyala api dan stabilitas api agar menjadi nilai tambah.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio C/N dan lama waktu fermentasi terhadap produksi biogas feses kerbau dan ampas kelapa berdasarkan nilai pH awal, pH akhir, suhu awal dan suhu akhir *digester*, nyala api, dan warna api yang dihasilkan.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

- Memberikan informasi bahwa feses kerbau dan ampas kelapa dapat dimanfaatkan sebagai penghasil biogas.
- Memberikan informasi mengenai rasio feses kerbau dan ampas kelapa terhadap waktu fermentasi untuk menghasilkan kualitas biogas terbaik.

1.4 Hipotesis

Penelitian ini memiliki 3 hipotesis yaitu sebagai berikut:

Rasio feses kerbau dan ampas kelapa dengan rasio C/N 22 – 30 mempunyai pengaruh nilai pH, suhu, nyala api, dan warna api.

Peningkatan waktu fermentasi biogas dari 0 ke 30 hari akan mempengaruhi pH awal, pH akhir, suhu awal, suhu akhir *digester*, nyala api, dan warna api.

Terdapat interaksi antara kombinasi feses kerbau dan ampas kelapa dengan waktu fermentasi terhadap nilai pH awal, pH akhir, suhu awal, suhu akhir *digester*, nyala api dan warna api.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Feses Kerbau

Feses kerbau adalah limbah hasil dari pencernaan kerbau. Feses kerbau memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi. Hal ini disebabkan kerbau memiliki sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaannya yang berfungsi untuk mencerna selulosa dan lignin dari rumput berserat tinggi. Seekor kerbau mampu menghasilkan kotoran sekitar 25 kg hingga 30 kg kotoran per hari (Michael dkk 2019).

Komposisi unsur-unsur yang terdapat pada feses kerbau adalah nitrogen 0,6%, pospor (P_2O_5) 0,3%, kalium (K_2O) 0,38%, air 85%, dan C/N 22,34 (Sipahutar, 2020). Oleh karena itu feses kerbau sangat cocok sebagai sumber penghasil biogas maupun sebagai biostarter dalam proses fermentasi, karena feses kerbau telah mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat dalam perut ternak ruminansia (Triyatno, 2011).

Berbagai manfaat dapat dipetik dari limbah ternak, apalagi limbah tersebut dapat diperbaharui (*renewable*) selama ada hewan ternak. Limbah ternak masih mengandung nutrisi atau zat padat yang potensial untuk dimanfaatkan. Limbah ternak kaya akan nutrient (zat makanan) seperti protein, lemak, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), vitamin, mineral, mikroba atau biota, dan zat-zat yang lain (*Unidentified Substances*). Limbah ternak dapat dimanfaatkan untuk bahan makanan ternak, pupuk organik, energi dan media berbagai tujuan (Sihombing, 2002).

2.2 Ampas kelapa

Ampas kelapa adalah limbah sisa dari parutan isi kelapa yang telah di ambil santannya. Limbah pertanian ini tersedia dalam jumlah banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal (Hidayati, 2011). Cara mengolah kelapa segar untuk dijadikan ampas kelapa ada 2, yaitu dengan cara tradisional dan menggunakan mesin (mekanis) (Alfauzi dan Rofarsyam, 2005). Pemanfaatan ampas kelapa untuk pakan dapat menggantikan sebagian penggunaan bahan pakan yang harganya tinggi dan juga dapat di jadikan sebagai sumber energi alternatif

terbarukan, sehingga dapat mengurangi biaya produksi sekaligus meningkatkan keuntungan (Farizaldi, 2016). Ampas kelapa mengandung (N) 1,104 %, (C) 25,23%, (lemak) 12,2% - 15,9%, (C/N) 8,52%, (BK) 94,5% (Fairuz, 2015). Kandungan nutrien yang ada di dalam ampas kelapa yaitu protein kasar 5,6%, karbohidrat 38,1%, lemak kasar 16,3%, serat kasar 31,6%, kadar abu 2,6% dan kadar air 5,5% (Wulandari, 2017). Disamping itu juga terdapat kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan fraksi utama dari dinding sel tanaman yang tergolong dalam senyawa polisakarida (Hidayati, 2011).

Tingginya kandungan lemak pada ampas kelapa dapat menyebabkan adanya proses oksidasi, sehingga menimbulkan ketengikan. Ketengikan disebabkan karena adanya prooksidan yang mampu untuk mempercepat proses oksidasi. Untuk mengurangi pembuangan limbah dan mencegah penumpukan sampah dengan pemanfaatan ini dapat mengolah limbah menjadi sebuah energi terbarukan dengan pemanfaatan ampas kelapa sebagai bahan campuran untuk pembuatan biogas bagi kebutuhan masyarakat (Sihombing, 2002).

2.3 Gambaran umum Biogas

2.3.1. Biogas

Biogas banyak dibuat dari limbah peternakan yaitu sisa makanan dan kotoran ternak. Tapi, pada prinsipnya biogas dapat dibuat dari segala jenis sampah organik. Yang disebut biogas sebenarnya adalah senyawa metana (CH_4). Sering juga disebut gas klar "*sewerage gas*", gas gobar, bioenergi RDF (*refuse derived fuel* = bahan bakar dari sampah) dan merupakan bahan bakar masa datang. Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah *biodigester* terisi penuh dan mencapai puncak pada hari 20-25. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50-70% metan (CH_4), 30-40% karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya jumlah kecil, (Fitria (2009) dalam Sipahutar, 2020).

Degradasi atau dekomposisi sampah akan menghasilkan metana, karbon dioksida dan gas-gas lainnya serta air. Perombakan ini terjadi baik pada suasana *aerob* maupun pada suasana *anaerob*. Perombakan pada suasana *aerob* terjadi misalnya pada sampah yang hanya ditimbun bertumpuk-tumpuk. Dalam keadaan ini udara masih dapat mengadakan kontak dengan sampah. Sedangkan dekomposisi pada suasana *anaerob* terjadi apabila sampah ditimbun dengan

tanah atau dimasukkan kedalam wadah yang kedap udara, sehingga udara tidak dapat mengadakan kontak dengan sampah. Melalui pengolahan ini dengan memanfaatkan bakteri anaerobik dan fakultatif dalam kondisi tanpa oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi produk yang stabil dan produk yang berupa gas seperti metana 50 – 70% dan karbon dioksida 25 – 45 % (Soeprijanto, 2017).

Adapun komposisi senyawa biogas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Senyawa Biogas

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana (CH ₄)	54-74
Karbon dioksida (CO ₂)	27-45
Nitrogen (N ₂)	3-5
Hidrogen (H ₂)	0-1
Karbonmonoksida (CO)	0,1
Oksigen (O ₂)	0,1
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	Sedikit

Sumber : Sunaryo (2014)

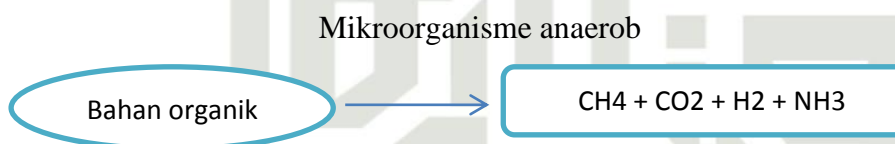
Biogas memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan energi lain yang berbahan baku fosil yaitu sifatnya yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui serta biogas terbakar secara sempurna tanpa meninggalkan bau. Berdasarkan komposisi gas di atas, terlihat bahwa metana (CH₄) adalah gas yang memiliki kandungan paling tinggi dalam biogas. Kandungan terbesar dalam biogas adalah gas metana (CH₄) (Rahayu dkk., 2012).

Metana (CH₄) inilah yang akan dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran *slurry* yang dapat langsung digunakan sebagai pupuk organik untuk tanaman (Simamora dkk, 2006).

Apabila dibandingkan dengan bahan bakar tradisional misalnya kayu, penggunaan biogas memiliki keunggulan. Tempat memasak selalu bersih, tidak seperti seperti pengguna kayu bakar yang selalu menghasilkan abu dan asap, biogas dapat digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya untuk memasak, sumber penerangan atau dirubah menjadi sumber tenaga listrik, tidak demikian halnya dengan pengguna kayu bakar, tidak merusak lingkungan karena selain biogas diperoleh juga pupuk yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanah pertanian, pupuk ini diperoleh dari bahan sisa pembuatan biogas (Simamora dkk, 2006).

2.3.2 Proses Pembentukan Biogas

Menurut Nasution, (2016) pembentukan Biogas terjadi karena adanya proses pencernaan *anaerob* merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu pemecahan bahan organik oleh aktivasi *metanogenik* dan bakteri *asinogenetik* pada kondisi tanpa udara. Karena itu, proses pembentukannya membutuhkan ruangan dalam kondisi kedap atau tertutup agar stabil. Faktor yang mempengaruhi kualitas biogas adalah kadar pH bahan isian . Proses yang berlangsung secara anaerob dalam tempat tertutup ini juga memberikan keuntungan secara ekologi karena tidak menimbulkan bau yang menyebar kemana-mana. Berikut mekanisme pembentukan biogas secara umum:



Apabila diuraikan dengan terperinci, secara keseluruhan menurut (Nasution, 2016). terdapat tiga proses utama dalam pembentukan biogas, yaitu proses hidrolisis, pengasaman (asidifikasi), dan metanogenesis. Keseluruhan proses ini tidak terlepas dari bantuan kinerja mikroorganisme anaerob.

(a) Hidrolisis.

Pada tahap hidrolisis, bahan organik di enzimatik secara eksternal oleh enzim ekstra selular (selulose, amilase, protease dan lipase) mikroorganisme. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Dengan suhu pada proses mesofilik 35-38 °C dan proses termofilik 55-57 °C dengan pH 6,5-7,5 (Nasution, 2016). Mikroba hidrolitik seperti *Cellulomonas sp*, *Cytopaga sp*, *Cellvibrio sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, dan *Lactobacillus plantarum* mampu mengeluarkan enzim hidrolase sehingga mengubah biopolimer menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sebagai contoh polisakarida diubah menjadi monosakarida sedangkan protein diubah menjadi peptida dan asam amino.

Berdasarkan uraian tersebut, pada proses hidrolisis terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana dan perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer.

(b) Pengasaman (Asidifikasi).

Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat (CH_3COOH), hidrogen (H_2) dan karbondioksida (CO_2) salah satu contoh bakteri asetogenesis yaitu *Acetobacter aceti*. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan (Nasution, 2016).

Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentuk gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbondioksida, H_2S , dan sedikit gas metana.

(c) Metanogenesis

Pada tahap pembentukan gas metan, bakteri yang berperan adalah bakteri metanogenesis. Bakteri metanogenesis akan memanfaatkan hasil dari tahap kedua yaitu asetat, format, karbondioksida, dan hidrogen sebagai substrat untuk menghasilkan metan, karbondioksida, sisa-sisa gas seperti H_2S dan air. Hampir dapat dipastikan bahwa 70% dari metan terbentuk dari asetat dan sisanya terbentuk dari karbondioksida dan hidrogen (Sangyoka *et al.*, 2007). Pembentukan metan oleh bakteri metanogenesis terjadi pada kondisi anaerobik. Bakteri ini merupakan bakteri obligat anaerobik dan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan.

Bakteri metanogen seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methanobacterium* akan mengubah produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas metan, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas. Berikut reaksi perombakan yang dapat terjadi pada tahap metanogenesis (Nasution, 2016).

Jumlah energi yang dihasilkan dalam pembentukan biogas sangat bergantung pada konsentrasi gas metana yang dihasilkan pada proses metanogenesis. Semakin tinggi kandungan metana yang dihasilkan, maka semakin besar pula energi yang terbentuk. Sebaliknya, apabila konsentrasi gas metana yang dihasilkan rendah, maka energi yang dihasilkan juga semakin rendah.

Kualitas biogas yang dihasilkan juga dapat ditingkatkan melalui penghilangan hydrogen sulfur, kandungan air, dan karbondioksida yang turut terbentuk. Hydrogen sulfur merupakan senyawa yang mengandung racun dan dapat menyebabkan *korosi* (pengkaratan) sehingga menjadi berbahaya apabila biogas mengandung senyawa ini karena dapat merusak instalasi. Kandungan air dihindari karena dapat menurunkan titik penyalan biogas. Kandungan ketiga zat tersebut dapat dihilangkan menggunakan alat desul-furizer yang dibutuhkan untuk menyalakan mesin generator (angin) agar mesin tidak mudah mengalami korosi (Nasution, 2016).

2.3.3 Faktor Pengaruh Produksi Biogas

Menurut Haryanto, (2014), pada tahap proses pembentukan biogas terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan sebagai kendali keberhasilan produksi biogas. Beberapa faktor tersebut diantaranya jenis substrat, temperatur, derajat keasaman (pH), nilai C/N, kandungan bahan kering, dan pengadukan.

(a) Jenis substrat

Jenis substrat yang digunakan sebagai bahan baku merupakan faktor yang penting. Hal ini sangat berpengaruh terhadap lamanya waktu dekomposisi bahan sampai terbentuknya gas metana. Bahan organik yang mengandung selulosa dan lignin lebih lama terdekomposisi dibanding dengan limbah kotoran ternak. Sehingga untuk menghasilkan proses yang optimal, bahan yang digunakan sebaiknya merupakan campuran limbah pertanian dengan kotoran ternak (Haryanto, 2014).

(b) Suhu

Selama proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dalam *digester anaerob* diperlukan pengendalian suhu yang tepat, karena suhu berperan penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme bagi bakteri khususnya bakteri metanogenik. Kisaran suhu yang baik untuk perkembangan bakteri metanogenik yaitu pada kisaran mesofilik, antara 25-30°C (Haryanto, 2014). Suhu yang melebihi batas akan menyebabkan rusaknya protein dan komponen sel esensial lainnya sehingga menyebabkan sel mati. Demikian pula bila suhu dibawah batas maka akan menyebabkan transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti, dengan demikian suhu berpengaruh terhadap proses

perombakan bahan organik dan produksi gas. Kondisi suhu pada *digester* tidak hanya berpengaruh terhadap tingginya produksi biogas namun berpengaruh juga terhadap kecepatan waktu untuk menghasilkan produksi pada nilai optimum (Darmanto dkk., 2012).

(c) pH

Derajat keasaman (pH) menunjukkan sifat asam atau basa pada suatu bahan. Faktor pH sangat berperan pada dekomposisi anaerob karena apabila pH tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Pada akhirnya kondisi ini dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8-7,8 (Simamora dkk., 2006). Menurut Haryanto (2014), bakteri metanogenik dalam pertumbuhannya menghendaki pH netral yaitu berkisar 6,6-7.

(d) Rasio C/N

Nisbah C/N merupakan perbandingan antara karbon dan nitrogen pada suatu bahan organik. Karbon dan nitrogen merupakan dua unsur utama yang membentuk substrat bahan organik, keduanya diperlukan sebagai sumber energi mikroorganisme dalam melakukan perombakan. Keseimbangan karbon dan nitrogen dalam bahan yang digunakan sebagai substrat perlu mendapat perhatian. Untuk mencapai pertumbuhan bakteri anaerob optimum, diperlukan rasio C/N optimum berkisar 20:1 sampai 30:1. Pada rasio C dan N sebesar inilah nutrisi dipasok secara optimal untuk keperluan organisme yang berupa karbon sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai sumber pembentukan protein (Sipahutar, 2020).

Kebutuhan unsur karbon dapat dipenuhi dari karbohidrat, lemak, dan asam-asam organik, sedangkan kebutuhan nitrogen dipenuhi dari protein, amoniak dan nitrat. Perbandingan C/N untuk masing-masing bahan organik akan mempengaruhi komposisi biogas yang dihasilkan. Perbandingan C/N rasio yang terlalu rendah akan menghasilkan biogas dengan kandungan CH₄ rendah, CO₂ tinggi, H₂ rendah dan N₂ tinggi. Perbandingan C/N yang terlalu tinggi akan menghasilkan biogas dengan kandungan CH₄ rendah, CO₂ tinggi, H₂ tinggi dan N₂ rendah. Perbandingan C/N yang seimbang akan menghasilkan biogas dengan CH₄ tinggi, CO₂ sedang, H₂ dan N₂ rendah. Substrat bahan organik untuk

produksi biogas harus memenuhi standar optimum C/N ratio yakni sebesar 25-30 (Rusdiyono dkk., 2017). Berikut rasio C/N dari beberapa bahan organik dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Rasio C/N dari beberapa bahan organik

Bahan	Kandungan C/N
Kotoran bebek	8
Kotoran Manusia	8
Kotoran Ayam	10
Kotoran Kambing	12
Kotoran Babi	18
Kotoran Domba	19
Kotoran Sapi/Kerbau	24
Eceng Gondok	25
Kotoran Gajah	43
Batang Jagung	60
Jerami Padi	70
Jerami Gandum	90
Serbuk Gergaji	Diatas 200
Ampas Tebu	220
Ampas Kelapa *	8,25

Sumber: Haryati (2006), * Fairuz, (2015).

(e) Bahan Kering

Menurut Wiratmana dkk. (2012), bahan isian dalam pembuatan biogas harus berupa bubur. Bentuk bubur ini dapat diperoleh bila bahan bakunya mempunyai kandungan air yang tinggi. Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat dijadikan berkadar air tinggi dengan menambahkan air ke dalamnya dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kadar bahan kering bahan tersebut. Penambahan air ke dalam bahan isian bertujuan untuk dapat memenuhi kadar air yang disyaratkan untuk pembentukan biogas, yaitu 91-93% (Ratnaningsih dkk., 2009). Perbandingan yang biasa digunakan pada kotoran sapi bercampur air yaitu 1:1 atau 1:2 (Haryanto, 2014).

(f) Pengadukan

Pengadukan dan pembuatan biogas perlu dilakukan, hal ini bertujuan untuk menghomogenkan bahan baku agar mempercepat kontak substrat dengan mikroorganisme, seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan bahan-bahan lainnya. Karena dikhawatirkan pada saat pencampuran dilakukan, bahan-bahan tersebut tidak tercampur dengan baik dan merata. Pengadukan dapat dilakukan

sebelum dimasukan ke dalam *digester* atau ketika bahan sudah berada di dalam *digester* (Haryanto, 2014).

(g) Biostarter

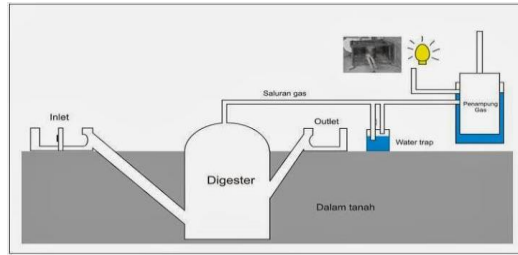
Effective Microorganisms (EM) merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. *EM₄* dapat merangsang perkembangan dan pertumbuhan mikroorganisme, oleh karena itu *EM₄* dapat membantu mempercepat proses fermentasi pada bahan organik. *EM₄* diformulasikan dalam bentuk cairan dengan warna coklat kekuning-kuningan, berbau asam dengan pH 3,5, mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp dan tiga jenis mikroorganisme lainnya yaitu bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp dan *yeast* yang bekerja secara sinergis (Siswati dkk., 2009).

2.3.4 Standar mutu biogas

Pada proses pembuatan biogas hasil biogas terbaik terdapat pada komposisi Kisaran suhu yang baik untuk perkembangan bakteri metanogenik yaitu pada kisaran mesofilik, antara 25-30°C (Haryanto, 2014), Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8-7,8 (Simamora dkk., 2006). Menurut Haryanto (2014), bakteri metanogenik dalam pertumbuhannya menghendaki pH netral yaitu berkisar 6,6-7. Substrat bahan organik untuk produksi biogas harus memenuhi standar optimum C/N ratio yakni sebesar 25-30 (Rusdiyono dkk. 2017). Penambahan air ke dalam bahan isian bertujuan untuk dapat memenuhi kadar air yang disyaratkan untuk pembentukan biogas, yaitu 91-93% (Ratnaningsih dkk, 2009).

2.4 Digester

Digester merupakan tempat material organik diurai oleh bakteri secara *anaerob* (tanpa udara) hingga menjadi biogas, sehingga harus dirancang sedemikian rupa. *Digester* harus tertutup dan kedap udara agar proses fermentasi berjalan dengan baik serta produksi biogasnya optimal (Haryanto, 2014). Rancangan *digester* biogas dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Rancangan *digester* biogas
Sumber: google <https://www.google.co.id>

Berdasarkan cara pengisian bahan bakunya, *digester* dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe sistem pengisian curah (*Batch*) dan tipe kontiniu (Amaru, 2004). *Digester* tipe *batch* umumnya banyak digunakan dalam eksperimen dengan kapasitas kecil karena penggantian bahan yang dilakukan dengan cara mengeluarkan sisa bahan yang sudah dicerna dari *digester* setelah produksi biogas berhenti dan selanjutnya dilakukan pengisian bahan baku yang baru. *Digester* tipe *batch* ini memiliki konstruksi yang sederhana namun biogas yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan *digester* tipe kontiniu (Indarto, 2010).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



III. MATERI DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada Februari s/d Juni 2021 di Laboratorium UARDS (UIN Agriculture Research and Developmen Station) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: fases kerbau, ampas kelapa, EM₄ dan air.

Peralatan yang digunakan adalah: *digester* (galon), timbangan, ember, selang plastik, keran kuningan, korek api, alat tulis, pH meter, thermometer, selotif, *stopwatch*, ban karet, corong besar, lem lilin, pipa pvc ukuran 1/2, klip penjepit, klem, lem plastik, solder, pisau, kantong plastik dan gergaji.

3.3 Metode Penelitian

Dimana Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terjadi dari 2 faktor, yaitu faktor A dan faktor B dengan 2 kali ulangan . Adapun kombinasi faktor perlakuan dapat dilihat di bawah ini :

❖ Faktor A adalah feses kerbau : ampas kelapa (rasio C/N)

A₁ = Feses kerbau 100% + ampas kelapa 0%, C/N = 22,34

A₂ = Feses kerbau 75% + ampas kelapa 25%, C/N = 27

A₃ = Feses kerbau 50% + ampas kelapa 50%, C/N = 30

❖ Faktor B adalah Lama waktu fermentasi

B₁ = Fermentasi 0 hari

B₂ = Fermentasi 10 hari

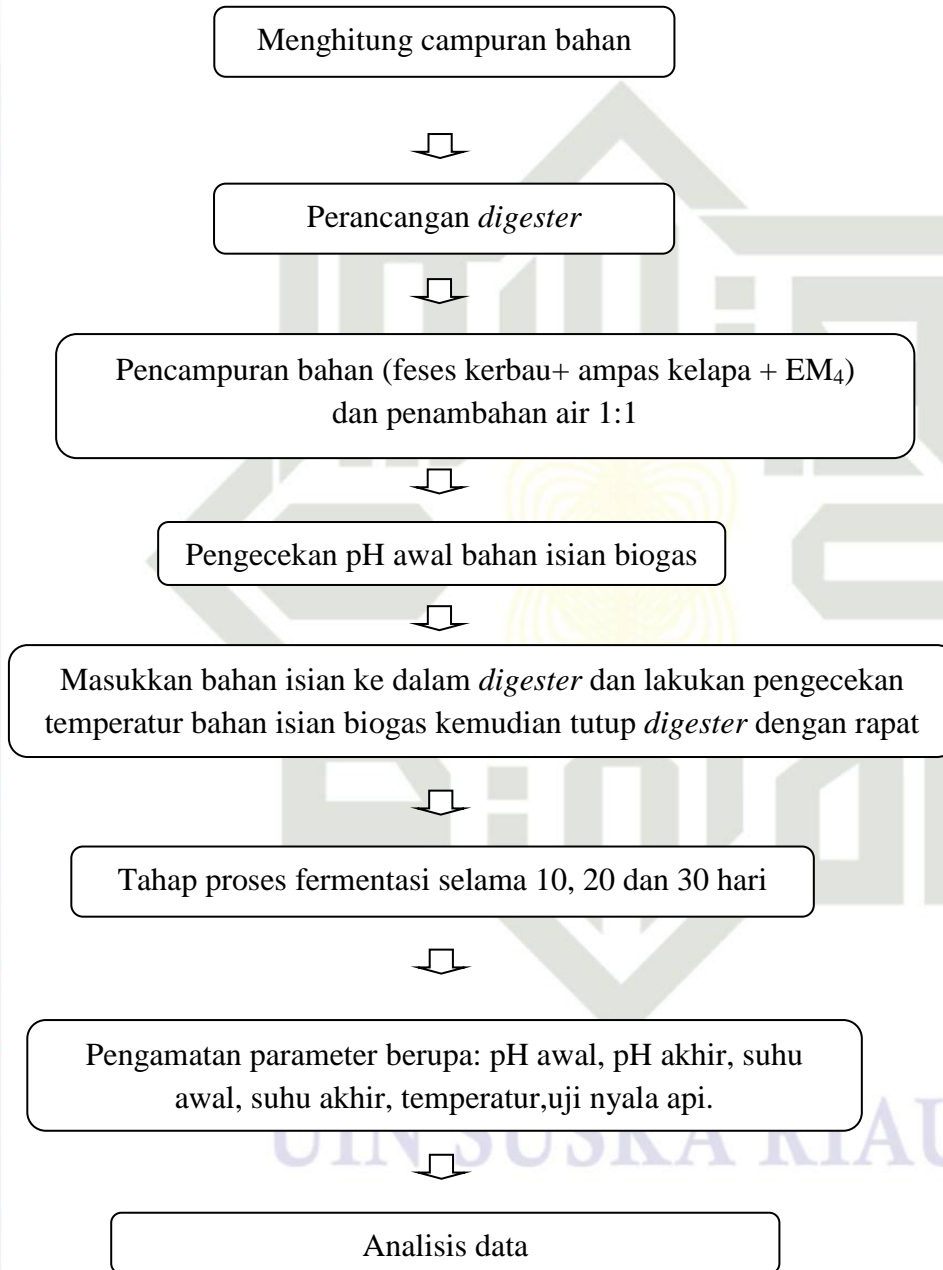
B₃ = Fermentasi 20 hari

B₄ = Fermentasi 30 hari

Dengan perbandingan penambahan air 1:1 dari bahan baku

3.4 Diagram Alir Penelitian

Dalam proses penelitian ini memiliki beberapa prosedur diagram alir penelitian yaitu dimulai dari tahap menghitung campuran bahan penyusun dalam pembuatan biogas hingga analisis data yang diperoleh dari hasil penelitian, yaitu pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian



3.5 Penentuan C, N, dan C/N feses kerbau dan ampas kelapa

Hasil analisis feses kerbau dan ampas kelapa digunakan sebagai bahan acuan untuk membuat campuran bahan isian dalam produksi biogas sesuai dengan perlakuan perbedaan tingkat rasio C/N, yaitu (C/N 22,34), (C/N 27), (C/N 30).

Tabel 3.1 Analisis awal bahan penelitian

No	Kode Sampel	C-Organik (%)	N-Total (%)	C/N	Kadar Air (%)	Bahan Kering (%)
1	Feses kerbau	44,24	1,98	22,34	85	15
2	Ampas Kelapa*	25,23	2,96	8,52	5,5	94,5

Sumber : Sipahutar, (2020). *Fairuz, (2015).

Rasio C/N feses kerbau adalah 22,4 perlakuan yang diterapkan adalah rasio C/N (22,4), (27), dan (30). Selanjutnya untuk menghitung massa bahan biogas setiap perlakuan menggunakan rumus Richard dan Trauman (2005) yaitu :

$$R = \frac{Q_1 (C_1 \times (100 - M_1)) + Q_2 (C_2 \times (100 - M_2))}{Q_1 (N_1 \times (100 - M_1)) + Q_2 (N_2 \times (100 - M_2))}$$

Keterangan :

R = nisbah C/N bahan biogas

Q₁ = feses kerbau (kg)

Q₂ = ampas kelapa (kg)

C₁ = kadar C feses kerbau (%)

C₂ = kadar C ampas kelapa (%)

N₁ = kadar N feses kerbau (%)

N₂ = kadar N ampas kelapa (%)

M₁ = kadar air feses kerbau (%)

M₂ = kadar air ampas kelapa (%)

3.6 Penentuan nilai rasio C/N menurut bahan.

Setiap perlakuan C/N 22,34, C/N 27, C/N 30 dengan penambahan *starter effective microorganisme* (EM₄) ditambahkan sebanyak 0,015 % dari bahan pengencer dalam campuran 5 kg kombinasi feses kerbau dan ampas kelapa : 5 liter air.

Tabel 3.2 Komposisi bahan penelitian feses kerbau dan ampas kelapa

Komposisi	Rasio C/N		
	22,34	27	30
Feses kerbau			
Persentase (%)	100	97,4	96,4
Jumlah (kg/5 kg bahan)	5	4,87	4,82
Ampas kelapa			
Persentase (%)	0.00	2,6	3,6
Jumlah (kg/5 kg bahan)	0	0,13	0,18
Air (liter)	5	5	5
EM4 0,2 % (liter)	0.015	0,015	0,015

3.7 Persiapan penelitian

- Pembelian alat perlengkapan *digester* di toko bangunan dll
- Pembelian perlengkapan penelitian
- Pembelian EM₄ di toko peternakan
- Perakitan alat *digester* di rumah
- Persiapan proses penelitian seperti pengecekan alat dan perlengkapan lainnya
- Mencari feses kerbau di peternakan kerbau Bangkinag
- Mencari ampas kelapa di Pasar Inpres Bangkinang
- Persediaan air yang cukup

3.8 Prosedur penelitian

Prosedur pembuatan biogas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.8.1 Perancangan *digester*

- Lubangi leher galon air mineral menggunakan *solder* dengan ukuran diameter lebar selang plastik, masukkan selang ke dalam lubang leher galon kemudian lem dan pastikan tidak ada celah sedikitpun.
- Di ujung selang sambungkan dengan pipa Y lalu pada kedua cabang sambungkan dengan selang berukuran lebih pendek. Pada satu selang disambungkan ke ban motor bekas, sedangkan pada selang satunya disambungkan ke kran pengeluaran gas.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Modifikasi *Digester* Biogas

3.8.2 Persiapan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu feses kerbau segar yang di dapat dari peternakan kerbau, ampas kelapa parut segar yang diperoleh dari pasar impres Bangkinang, EM₄ dibeli di tokoh peternakan, dan air. Kemudian feses kerbau dan ampas kelapa dicampurkan sesuai sesuai komposisi pada metode penelitian dan setiap 1 komposisi tabung degister ditambahkan 1 tutup botol EM₄, kemudian ditambah air sebanyak 1:1 dengan bahan utama.

3.8.3 Pencampuran bahan

Pencampuran bahan dilakukan dalam ember plastik kemudian dilakukan pengadukan dengan menggunakan kayu selama 5 menit hingga bahan homogen.

3.8.4 Penanganan bahan isian pada *digester*

- Bahan baku dimasukan ke dalam *digester* dengan masing-masing persentase perbandingan yang telah ditentukan dan selanjutnya diberi kode sesuai perlakuan.
- Peletakan *digester* disesuaikan dengan temperatur lingkungan sekitar. Gunanya untuk mendapatkan produksi gas yang maksimal selama pemeraman dan dihindari dari paparan sinar matahari langsung yang mengakibatkan tumbuhnya lumut pada dinding *digester*.
- Bagian mulut *digester* ditutup rapat dan dipastikan tidak ada rongga udara.

3.8.5 Tahap fermentasi

Fermentasi anaerob dilakukan selama 0, 10, 20 dan 30 hari, dengan memastikan tidak ada kebocoran pada *digester*.

3.9 Proses yang diuji

1. Nilai suhu awal dan suhu akhir

Pengukuran suhu awal dilakukan pada hari ke-0 dan pengukuran suhu akhir dilakukan pada hari ke 10, 20, 30 dengan menggunakan *Thermometer*. Pengambilan nilai suhu awal dan nilai suhu akhir dilakukan sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda dengan interval waktu yang berdekatan, kemudian hitung nilai rata-rata temperatur tersebut.

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan alat thermometer air raksa. Suhu yang baik antara 20-40°C, dengan suhu optimum berkisar antara 28-30°C. Dengan demikian harus dijaga agar suhu pembuatan biogas berada pada suhu optimum.

2. Nilai pH awal dan pH akhir

Pengukuran nilai pH awal dilakukan pada hari ke-0 dan nilai pH akhir pada hari ke 10, 20, 30 dengan menggunakan pH meter dengan memasukkan pH meter ke dalam bahan yang di uji dan lihat berapa pH pada bahan yang di uji, Pengambilan nilai pH awal dan nilai pH akhir dilakukan sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda dengan interval waktu yang berdekatan, kemudian hitung nilai rata-rata pH tersebut.

3. Uji nyala api

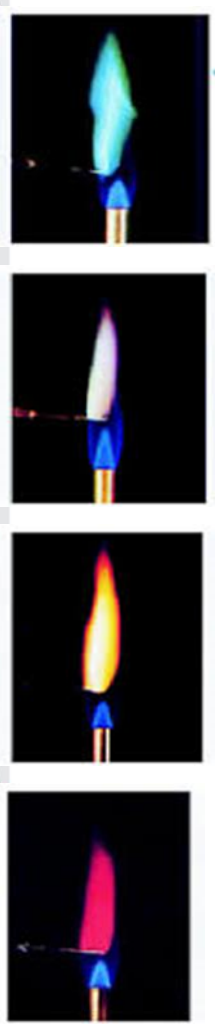
Uji nyala api yang diamati yaitu mengalirkan biogas yang terdapat pada ban penyimpanan biogas pada api sebagai media masak, nilai yang di ukur pada tahap ini adalah lama api yang di hasilkan dari setiap perlakuan. dengan cara membuka saluran biogas dan menyalakan biogas dengan api, hitung lama api yang dihasilkan dengan menggunakan *stopwatch*.



Gamabar 3.3 uji nyala api biogas
Sumber: Setiyono, 2015

4. Pengukuran warna api biogas

Pengukuran warna api biogas dilakukan dengan cara pengamatan langsung warna api yang dihasilkan oleh biogas. Pengujian warna api biogas dilakukan dengan cara membuka kran selang biogas kemudian disalurkan dengan sumber api pada hari ke 10, 20, dan 30, lalu mengamati warna api yang muncul, dan kemudian bandingkan dengan gambar jenis-jenis warna api. Dengan nilai *Ap1* menghasilkan warna api terbaik, nilai *Ap2* baik, nilai *Ap3* cukup baik, nilai *Ap4* kurang baik dan tidak menghasilkan api dengan nilai *Ap0*. Warna api diamati berdasarkan gambar di bawah.



P ₀	P ₁	P ₂	P ₃

P ₀	P ₁	P ₂	P ₃

P ₀	P ₁	P ₂	P ₃

P ₀	P ₁	P ₂	P ₃

Gambar 3.4. parameter warna api biogas

3.10 Analisis Data

Analisis data pada uji nyala api dan warna api disajikan secara deskriptif, sedangkan pada analisis data pada suhu awal, suhu akhir pH awal, pH akhir disajikan dalam penelitian ini dengan menggunakan analisis sidik ragam RAL Faktorial yang terdiri dari dua ulangan dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan: Y_{ij} : Nilai pengamatan pada penamahan ampas kelapa taraf ke-i waktu fermentasi taraf ke- j dan ulangan ke-k

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh kombinasi feses kerbau : ampas kelapa taraf ke-i

β_j : Pengaruh waktu fermentasi taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi penambahan ampas kelapa taraf ke-i dan waktu fermentasi taraf ke-j

ε_{ijk} : Pengaruh galat percobaan pada penambahan ampas kelapa taraf ke-i waktu fermentasi taraf ke-j dan ulangan ke-k

i : 0%, 25%, 50%

j : 0, 10, 20, 30 hari

k : 1 dan 2



V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Terdapatnya interaksi antara rasio C/N digester dan lama fermentasi pada pH awal dan pH akhir digester.
2. Lama fermentasi sampai 30 hari dapat meningkatkan suhu akhir digester.
3. Rasio C/N 22,34 dan lama fermentasi 30 hari menghasilkan kualitas biogas terbaik berdasarkan nyala api dan warna api.

5.2 Saran

1. Ampas kelapa lebih baik difermentasi sebelum dicampurkan dengan feses kerbau untuk meningkatkan gas yang dihasilkan.
2. Jika menggunakan ampas kelapa segar sebaiknya waktu fermentasi dilakukan lebih dari 30 hari.

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Andianto. 2011. Aliran slurry di dalam digester biogas tipe aliran continiu. Universitas Indonesia. Depok.,
- Anugrah. T, E., Nurhasanah dan M. Nurhanisah 2017. Pengaruh pH dalam produksi biogas dari limbah kecambah kacang hijau. *Prisma fisika*. Universitas Tanjungpura. Pontianak. Hal. 72-76. ISSN : 2337- 8204
- Arring, K.B. 2003. Perspective digestion in biomethanation 1 (Advances in biochemical engineering/ Biotechnology vol 81), editor T. Scheper. Biocentrum, Denmark: 1-30.
- Affauzi, R. dan Rofarsyam. 2005. Mesin pemeras kelapa parut menjadi santan system ulir tekan penggerak motor listrik 1 HP. *Jurnal*, Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Amaru, K dan A.S. Karistiam. 2004. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisarupan Kab. Garut). *Skripsi*. Jurusan Tekhnologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Populasi kerbau menurut Provinsi Riau (ekor) <https://www.bps.go.id/indicator/24/471/1/populasi-kerbau-menurut-provinsi.html> . (di akses pada tanggal 13 januari 2021).
- Chandra. A., A. Haryanto., U. Hasanuddin dan I. Zulkarnain. 2017. Produksi biogas dari campuran kotoran sapi dengan rumput gajah (pennisitum purpureum). *Jurnal*. Teknik Pertanian Lampung- vol. 0f6.No. 1: 21-32
- Darmanto, A., S. Sudjito dan W. Denny. 2012. Pengaruh Kondisi Temperatur Mesophilic (35°C) dan Thermophilic (55°C) Anaerob Digester Kotoran Kuda terhadap Produksi Biogas. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 3(2): 317-326.
- Fairuz, A. 2015. Pengaruh Penambahan Ampas Kelapa dan Kulit Pisang terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Sapi. Tesis. Fakultas Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Frizaldi. 2016. Evaluasi kandungan nutrisi ampas kelapa terfermentasi dengan ragi lokal dan lama fermentasi yang berbeda. *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 18 (1) : 49-55.
- Gerardi, M.H. 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. John Welley and Sons, Inc. Canada. 177 hlm.
- Haryanto, A. 2014. *Energi Terbarukan*. Innosain. Yogyakarta. 468 hlm.
- Haryati, T. 2006. Biogas. Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Wartazoa*. 1(2): 160-169.

Hidayati, H. 2011., Utilization of liquid smoke from oil palm empty fruit bunches on raw rubber processing. *Bioprocess industry*. Vol 11 (2). Pontianak.

https://www.google.com/search?q=gambar+rancangan+digester&sxsrf=AOaemvI4ISXCh50f2n4zh7QImXXvPypBaA:1631820708604&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=1xJ4JrffvkanrM%252CmAm0TmNZ17uZpM%252C&vet=1&usg=AI4_kQ_pPfUR2QOJWC8fnecwcdIrp18g&sa=X&ved=2ahUKEwjLHtnYTzAhWFj-YKHc9pBFwQ9QF6BAGJEAE#imgsrc=1xJ4JrffvkanrM

Diakses pada 15 februari 2021.

Prarto, K. E. 2010. Produksi biogas limbah cair industri tapioka melalui peningkatan suhu dan penambahan urea pada perombakan anaerob. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Khaerunnisa, G. dan I. Rahmawati. 2013. Pengaruh pH dan rasio COD:N Terhadap biogas dengan bahan baku limbah industri alkohol (Vinasse). *Jurnal teknologi kimia dan industri*. Vol 2 (3) : 1-7.

Mahajoeno, E, 2010. Produksi biogas dari limbah makanan melalui peningkatan suhu biogester anaerob. Jawa tengah: *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.

Marlina E.T., Y.S Hidayati, A.K Benito dan A.K Juanda 2013. Analisis kualitas kompos dari sludge biogas fases kerbau. *Jurnal Ilmu Ternak*. Universitas Padjadjaran. Vol 13 (1). Bandung.

Michael C. N , I. A. D. Giriantari dan W. G. Ariastina. 2019. Studi pemanfaatan kotoran ternak untuk pembangkit listrik tenaga biogas di bali. *Jurnal spektrum*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Vol. 6, No. 4.

Nasution A.Z, 2016. *Proses kimia pembentukan biogas*. <https://bangazul.com/proses-kimia-pembentukan-biogas-2/>. di akses pada tanggal 18 November 2020.

Nimah, L. 2014. Biogas from solid waste of tito production and cow manure mixture: composition effect. *Chemica*. Volume 1, nomor 1 ISSN : 2355-8776

Rahayu, S. V. S. A., Buadiarti dan E. Supriyanto. 2012. Rekayasa pengolahan limbah cair industri tahu dan tempe dalam upaya mendapatkan sumber energi pedesaan. *Jurnal Teknis*. 7(3): 129-139.

Ratnaningsih, H., H, Widyatmoko dan T, Yananto. 2009. Potensi pembentukan biogas pada proses biodegradasi campuran sampah organik segar dan kotoran sapi dalam batch reaktor anaerob. *Jurnal teknologi lingkungan*. Universitas Trisakti. Vol. 5 No. 1.

Ratna, P.A. 2018. Potensi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan kotoran sapi sebagai energi alternatif pembuatan biogas menggunakan starter EM4. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Jember.

Richard, T. and N. Trautmann. 2005. C/N Ratio. Cornell waste Management Institute. Dalam : [Http://www.Compost,Css.Cornell.Edu/Calc/CnRatio.Html](http://www.Compost,Css.Cornell.Edu/Calc/CnRatio.Html). Diakses tanggal 6 juni 2019 (20:00).

Rusdiyono, A.P., kirom, M.R. dan Qurthobo, A. 2017. Perancangan alat ukur konsentrasi gas metana dari anaerobic baffled reactor (arb) semi kontinyu dengan substrat susu basi. *E- proceeding of engineering*. vol.4 no. 1. ISSN : 2355- 9365.

Sangyoka. S., A Reungsang, and S.Moonamart, 2007. Repeated-batch Fermentative for Bio-hydrogen Production from Cassava Starch Manufacturing Wastewater. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Year: 2007 | Volume: 10 | Issue: 11 | Page No.: 1782-1789.

Setiyono. J, 2017. Analisis Dan Perancangan Biodigester Mengubah Sampah Organik Menjadi Biogas, Pupuk Cair Dan Padat Di Kota Tegal *Jurnal Teknobiz*. Program Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila. Jakarta. Vol.7 No. 1.

Sihombing, D.T.H, 2002. Teknik Pengelolaan Limbah Kegiatan/Usaha Peternakan. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian. *Jurnal*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Silitonga. 2009. *Effects of the use of fly ash as a binder on the mechanical behavior of treated dredged sediments*, university of caen, france).

Simamora, S., Salundik. S., Wahyuni dan Surajudin. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Siswati, N. D., H. Theodorus dan P. W. S. Eko. 2009. Kajian Penambahan Effective Microorganisms (EM₄) pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas. Jawa Timur. *Buana Sains*. 9(1): 63-64.

Seprijanto 2017. Pembuatan kotoran biogas dari kotoran sapi dengan menggunakan biodigester di desa jumpat kabupaten bojonegoro. *Jurnal pengabdian kepada masyarakat- LPPM ITS*. Bojonegoro.

Snaryo. 2014. Rancang bangun reaktor biogas untuk pemanfaatan limbah kotoran ternak sapi di desa limbangan kabupaten banjarnegara. *Jurnal*. PPKM UNSIQ I. 1(2): 21-30.

Spahutar, A.S.B. 2020. Kualitas biogas dengan menggunakan feses kerbau dan jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai alternative energy terbarukan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Triyatno, J. 2011. Pengaruh perbandingan kandungan air dengan kotoran sapi terhadap produktifitas biogas pada digester bersekat. *Jurnal Ilmu Sains*. 3(2). <https://l1d1k1t11.ristekdikti.go.id/jurnal>. Diakses tanggal 02 Oktober 2019.

Wahyono, E.H dan N. Sudarmo, 2012. Biogas energi ramah lingkungan. Bogor: developing Colaborative manajement of Cibodas biosphere reserve west java.

Wahyu, K., Herpandi dan L. Susi. 2016. Uji potensi biogas dari limbah jeroan ikan patin (*pangasius sp.*) Dan campur kiambang (*salvinia molesta*) secara anaerob batch. *Jurnal teknologi hasil perikanan*. Sumatera Selatan. Vol.5, No.1: 43-51. ISSN: 2302-6936

Wahyuni, S. 2013. *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM Gas dan Listrik*. Jakarta : Agromedia Pustaka.

Worldometers. 2019. Jumlah penduduk dunia 2019. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/04/29/jumlah-penduduk-indonesia-269-juta-jiwa-terbesar-keempat-dunia>. (Di akses pada tanggal 13 januari 2021).

Wiratmana, I. P. A., I. G. K. Sukadana dan I. G. N. P. Tenaya. 2012. Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 5(1): 1-97.

Wulandari 2017. Pemanfaatan ampas kelapa yang difortifikasi sebagai pakan tambahan pada budidaya iakn lele *Clarias sp.* *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makasar.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hal Cipta Dilindungi UIN Suska Riau

LAMPIRAN

Lampiran 1. Presentase Penambahan Setiap Perlakuan Pembuatan Biogas

1. Penambahan bahan pada perlakuan P0

Penambahan bahan biogas feses kerbau dan ampas kelapa

$$R = \frac{Q1 (C1 \times (100 - M1)) + Q2 (C2 \times (100 - M2))}{Q1 (N1 \times (100 - M1)) + Q2 (N2 \times (100 - M2))}$$

$$22,34 = \frac{Q1 (44,24 \times (100 - 85)) + Q2 (25,23 \times (100 - 5,5))}{Q1 (1,98 \times (100 - 85)) + Q2 (2,96 \times (100 - 5,5))}$$

$$22,34 = \frac{Q1 (44,24 \times 15) + Q2 (25,23 \times 94,5)}{Q1 (1,98 \times 15) + Q2 (2,96 \times 94,5)}$$

$$22,43 = \frac{Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (29,1) + Q2 (279,72)}$$

$$\begin{aligned} 1 &= \frac{Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (29,1) + Q2 (279,72)} \\ 22,34 &= \frac{Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (650,094) + Q2 (6.248,95)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24) &= Q1 (650,094) + Q2 (6.248,95) \\ 6.248,95 Q2 - 2.384,24 Q2 &= 650,094 Q1 - 636,6 Q1 \\ 3.900,71 Q2 &= 13,506 Q1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q1 &= \frac{3.900,71 \times 5}{3.914,22} \\ &= 5 \text{ kg} \\ Q2 &= \frac{13,506}{3.914,22} \times 5 \\ &= 0 \text{ kg} \end{aligned}$$

Penambahan starter (EM4) pada biogas feses kerbau dan ampas kelapa.

Diketahui :

Air pengencer = 5 Liter

Bahan = 5 kg

Bahan + air = 10 kg

Starter (EM4) = 30 ml

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 &= 10 \text{ kg} = 10.000 \text{ gr} \\
 &= \frac{30}{10.000} \times 100\% \\
 &= \frac{3000}{10.000} \\
 &= 0,3 \%
 \end{aligned}$$

2. Penambahan bahan pada perlakuan P1

Penambahan bahan biogas feses kerbau dan ampas kelapa

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{Q1 (C1 \times (100 - M1)) + Q2 (C2 \times (100 - M2))}{Q1 (N1 \times (100 - M1)) + Q2 (N2 \times (100 - M2))} \\
 &= \frac{Q1 (44,24 \times (100 - 85)) + Q2 (25,23 \times (100 - 5,5))}{Q1 (1,98 \times (100 - 85)) + Q2 (2,96 \times (100 - 5,5))} \\
 &= \frac{Q1 (44,24 \times 15) + Q2 (2,23 \times 94,5)}{Q1 (1,94 \times 15) + Q2 (2,96 \times 94,5)} \\
 &= \frac{Q1 (663,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (29,1) + Q2 (279,72)} \\
 &= \frac{Q1 (663,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (29,1) + Q2 (279,72)} \\
 &= \frac{Q1 (663,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (785,7) + Q2 (7.552,44)}
 \end{aligned}$$

$$Q1 (663,6) + Q2 (2.384,24) = Q1 (785,7) + Q2 (7.552,44)$$

$$Q1 (7.552,44) - Q2 (2.384,24) = Q1 (785,7) - Q1 (663,6)$$

$$5.168,2 Q2 = 122,1 Q1$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5.168,2}{5.290,3} \times 5 \\
 &= 4,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{122,1}{5.290,3} \times 5 \\
 &= 0,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penambahan starter (EM4) pada biogas feses kerbau dan ampas kelapa.

Diketahui :

Air pengencer = 5 Liter

Bahan = 5 kg

Bahan + air = 10 kg

Starter (EM4) = 30 ml

Perhitungan :

$$= 10 \text{ kg} = 10.000 \text{ gr}$$

$$= \frac{30}{10.000} \times 100\%$$

$$= \frac{3000}{10.000}$$

$$= 0,3 \%$$

3. Penambahan bahan pada perlakuan A2

Penambahan bahan biogas feses kerbau dan ampas kelapa

$$R = \frac{Q1 (C1 \times (100 - M1)) + Q2 (C2 \times (100 - M2))}{Q1 (N1 \times (100 - M1)) + Q2 (N2 \times (100 - M2))}$$

$$30 = \frac{Q1 (44,24 \times (100 - 85)) + Q2 (25,23 \times (100 - 5,5))}{Q1 (1,98 \times (100 - 85)) + Q2 (2,96 \times (100 - 5,5))}$$

$$30 = \frac{Q1 (44,24 \times 15) + Q2 (25,23 \times 94,5)}{Q1 (1,98 \times 15) + Q2 (2,96 \times 94,5)}$$

$$30 = \frac{Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (29,1) + Q2 (279,72)}$$

$$1 = \frac{Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (29,1) + Q2 (279,72)}$$

$$= \frac{Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24)}{Q1 (873) + Q2 (8.391,6)}$$

$$Q1 (636,6) + Q2 (2.384,24) = Q1 (873) + Q2 (8.391,6)$$

$$(8.391,6) Q2 - (2.384,24) Q2 = (873) Q1 - (636,6)$$

$$6.007,36 Q2 = 209,4 Q1$$

$$Q1 = \frac{6.007,36 \times 5}{6.216,76}$$

$$= 4,8 \text{ kg}$$

$$Q2 = \frac{209,4}{6.216,76} \times 5$$

$$= 0,2 \text{ kg}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penambahan starter (EM4) pada biogas feses kerbau dan ampas kelapa.

Diketahui :

Air pengencer = 5 Liter

Bahan = 5 kg

Bahan + air = 10 kg

Starter (EM4) = 30 ml

Perhitungan :

$$= \frac{30}{10.000} \times 100\%$$

$$= \frac{30}{10.000} \times 100\%$$

$$= \frac{30}{10.000} \times 100\%$$

$$= \frac{30}{10.000} \times 100\%$$

$$= \frac{30}{10.000} \times 100\%$$

$$= 0,3 \%$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 1.

pH AWAL

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 (C/N 22,34)	1	7	7	7	21	7
	2	7	7	7	21	7
	Total	14	14	14	42	
	Rataan	7	7	7		7
A1 (C/N 27)	1	7	6,8	7	20,8	6,93
	2	7	7	7	21	7
	Total	14	13,8	14	41,8	
	Rataan	7	6,9	7		6,97
A2 (C/N 30)	1	6,5	7	6,4	19,9	6,63
	2	6,8	7	6,3	20,1	6,7
	Total	13,3	14	12,7	40	
	Rataan	6,65	7	6,35		6,67
	Total	41,3	41,8	40,7	123,8	
	Rataan	6,88	6,97	6,78		6,88

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(123,8)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{15.326,44}{18} \\
 &= 851,47
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum Y_{ij..}^2 - FK \\
 &= (7^2 + 7^2 + 7^2 + \dots + 6,3^2) - 851,47 \\
 &= 852,38 - 851,47 \\
 &= 0,91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \sum_{r} P_{ij..}^2 - FK \\
 &= \frac{(14^2 + 14^2 + 14^2 + \dots + 12,7^2)}{2} - 851,47 \\
 &= \frac{1.704,62}{2} - 851,47 \\
 &= 852,31 - 851,47 \\
 &= 0,84
 \end{aligned}$$

$$JKA = \sum A_i^2 - FK$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}
 & \text{b.r} \\
 &= \frac{(42^2 + 41,8^2 + 40^2)}{3 \times 2} - 851,47 \\
 &= \frac{5,111.24}{6} - 851,47 \\
 &= 851,87 - 851,47 \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKB} &= \sum \frac{B_i^2}{a.r} - FK \\
 &= \frac{(41,3^2 + 41,8^2 + 40,7^2)}{3 \times 2} - 851,47 \\
 &= \frac{5,109.42}{6} - 851,47 \\
 &= 851,57 - 851,47 \\
 &= 0,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKAB} &= \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB} \\
 &= 0,84 - 0,4 - 0,1 \\
 &= 0,34
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\
 &= 0,91 - 0,84 \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		
					5%	1%	
A	2	0,4	0,2	25,64	4,26	8,02	**
B	2	0,1	0,05	6,41	4,26	8,02	*
AB	4	0,34	0,085	10,89	3,63	6,42	**
Galat	9	0,07	0,0078				
Total	17	0,91					

Kesimpulan :

- F hitung > F tabel pada 1% untuk faktor A (high signifikan)
- F hitung > F tabel pada 5% untuk faktor B (signifikan)
- F hitung > F tabel pada 1% untuk faktor AB (high signifikan)

Uji Lanjut DMRT

SyAB	=	0,062		
		LSR		LSR
P	SSR 5%	5%	SSR1%	1%
2	3,199	0,20	4,596	0,28
3	3,339	0,21	4,787	0,30

Interaksi Faktor A0 Terhadap B

A0B0	A0B1	A0B2		
7	7	7		
		LSR		
PERLAKUAN	SELISIH	5%	LSR 1%	KET
A0B0-A0B1	0	0,326	0,447	NS
A0B0-A0B2	0	0,342	0,467	NS
A0B1-A0B2	0	0,336	0,447	NS
A0B0	A0B1	A0B2		
a	a	a		

Interaksi Faktor A1 Terhadap B

A1B1	A1B0	A1B2		
6,9	7	7		
		LSR		
PERLAKUAN	SELISIH	5%	LSR 1%	KET
A1B1-A1B0	-0,1	0,326	0,447	NS
A1B1-A1B2	-0,1	0,342	0,467	NS
A1B0-A1B2	0	0,326	0,447	NS
A1B1	A1B0	A1B2		
a	a	a		

Interaksi Faktor A2 Terhadap B

A2B2	A2B0	A2B1		
6,35	6,65	7		
		LSR		
PERLAKUAN	SELISIH	5%	LSR 1%	KET
A2B2-A2B0	-0,3	0,326	0,447	Ns
A2B2-A2B1	-0,65	0,342	0,467	**
A2B0-A2B1	-0,35	0,326	0,447	*
A2B2	A2B0	A2B1		
b	b	a		

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Interaksi Faktor B0 Terhadap A

A2B0 6,65	A0B0 7	A1B0 7		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
A2B0-A0B0	-0,35	0,326	0,447	*
A2B0-A1B0	-0,35	0,342	0,467	*
A0B0-A1B0	0	0,336	0,447	NS

Interaksi Faktor B1 Terhadap A

A2B1 7	A1B1 6,9	A0B1 7		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
A2B1-A1B1	0,1	0,326	0,447	NS
A2B1-A0B1	0	0,342	0,467	NS
A1B1-A0B1	-0,1	0,326	0,447	NS

Interaksi Faktor B2 Terhadap A

A2B2 6,35	A0B2 7	A1B2 7		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
A2B2-A0B2	-6,65	0,326	0,447	**
A2B2-A1B2	-6,65	0,342	0,467	**
A0B2-A1B2	0	0,326	0,447	NS

A2B2 B	A0B2 B	A1B2 A		
-----------	-----------	-----------	--	--

Lampiran 2.

pH AKHIR

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 (C/N 22,34)	1	4,8	5,3	6,8	16,9	5,63
	2	5	4,9	7		5,63
	Total	9,8	10,2	13,8	33,8	
	Rataan	4,9	5,1	6,9		5,63
A1 (C/N 27)	1	5,4	5,4	4,5	15,3	5,1
	2	5,4	5,6	4,5	15,5	5,17
	Total	10,8	11	9	30,8	
	Rataan	5,4	5,5	4,5		5,13
A2 (C/N 30)	1	6,2	5,7	4,5	16,4	5,47
	2	6,1	5,8	4,5	16,4	5,47
	Total	12,3	11,5	9	32,8	
	Rataan	6,15	5,75	4,5		5,47
	Total	32,9	32,7	31,8	97,4	
	Rataan	5,48	5,45	5,3		5,41

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(97,4)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{9.486,76}{18} \\
 &= 527,04
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum Y_{ij..}^2 - FK \\
 &= (4,8^2 + 5,3^2 + 6,8^2 + \dots + 4,5^2) - 527,04 \\
 &= 537 - 527,04 \\
 &= 9,96 \\
 JKP &= \sum \frac{P_{ij..}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(9,8^2 + 10,2^2 + 13,8^2 + \dots + 9^2)}{2} - 527,04 \\
 &= \frac{1.073,7}{2} - 527,04 \\
 &= 536,85 - 527,04 \\
 &= 9,81
 \end{aligned}$$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

Hak cipta mili UIN Suska Riau

$$\begin{aligned}
 JKA &= \frac{\sum A_i^2}{b.r} - FK \\
 &= \frac{(33,8^2 + 30,8^2 + 32,8^2)}{3 \times 2} - 527,04 \\
 &= \frac{3.166,92}{6} - 527,04 \\
 &= 527,82 - 527,04 \\
 &= 0,78 \\
 JKB &= \frac{\sum B_i^2}{a.r} - FK \\
 &= \frac{(32,9^2 + 32,7^2 + 31,8^2)}{3 \times 2} - 527,04 \\
 &= \frac{3.162,94}{6} - 527,04 \\
 &= 527,16 - 527,04 \\
 &= 0,12 \\
 JKAB &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 9,81 - 0,78 - 0,12 \\
 &= 8,91 \\
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 9,96 - 9,81 \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		
					5%	1%	
A	2	0,78	0,39	22,94	4,26	8,02	**
B	2	0,12	0,06	3,52	4,26	8,02	Ns
AB	4	8,91	2,23	131,17	3,63	6,42	**
Galat	9	0,15	0,017				
Total	17	9,96					

Kesimpulan :

- F hitung > F tabel pada 1% untuk faktor A (high signifikan)
- F hitung < F tabel pada 5% untuk faktor B (non signifikan)
- F hitung > F tabel pada 1% untuk faktor AB (high signifikan)

Uji Lanjut DMRT

SyAB	=	0,092		
P	SSR 5%	LSR 5%	SSR1%	LSR 1%
2	3,199	0,29	4,596	0,42
3	3,339	0,31	4,787	0,44

Interaksi Faktor A0 Terhadap B

A0B0	A0B1	A0B2		
4,9	5,1	6,9		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
A0B0-A0B1	-0,2	0,326	0,447	NS
A0B0-A0B2	-2	0,342	0,467	**
A0B1-A0B2	-1,8	0,336	0,447	**
A0B0	A0B1	A0B2		
a	a	b		

Interaksi Faktor A1 Terhadap B

A1B2	A1B0	A1B1		
4,5	5,4	5,5		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
A1B2-A1B0	-0,9	0,326	0,447	**
A1B2-A1B1	-1	0,342	0,467	**
A1B0-A1B1	-0,1	0,326	0,447	NS
A1B2	A1B0	A1B1		
a	b	b		

Interaksi Faktor A2 Terhadap B

A2B2	A2B1	A2B0		
4,5	5,75	6,15		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
A2B2-A2B1	-1,25	0,326	0,447	**
A2B2-A2B0	-1,65	0,342	0,467	**
A2B1-A2B0	-0,4	0,326	0,447	*
A2B2	A2B1	A2B0		
a	b	c		

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dianggap mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Interaksi Faktor B0 Terhadap A

A0B0	A1B0	A2B0			
4,9	5,4	6,15			
PERLAKUAN	SELISIH	LSR	LSR		
		5%	1%	KET	
A0B0-A1B0	-0,5	0,326	0,447	**	
A0B0-A2B0	-1,25	0,342	0,467	**	
A1B0-A2B0	-0,75	0,336	0,447	**	
A0B0	A1B0	A2B0			
A	B	C			

Interaksi Faktor B1 Terhadap A

Riau	A0B1	A1B1	A2B1		
	5,1	5,5	5,75		
			LSR	LSR	
	PERLAKUAN	SELISIH	5%	1%	KET
	A0B2-A1B1	-0,4	0,326	0,447	*
	A0B1-A2B1	-0,65	0,342	0,467	**
	A1B1-A2B1	-0,25	0,326	0,447	Ns
	A0B1	A1B1	A2B1		
	A	B	B		

Interaksi Faktor B2 Terhadap A

A1B2	A2B2	A0B2			
4,5	4,5	6,9			
PERLAKUAN	SELISIH	LSR	LSR		
		5%	1%	KET	
A1B2-A2B2	0	0,326	0,447	Ns	
A1B2-A0B2	2,4	0,342	0,467	**	
A2B2-A0B2	2,4	0,326	0,447	**	
A3B2	A2B2	A1B2			
A	A	B			

Lampiran 3.

SUHU AWAL

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 (C/N 22,34)	1	32	33	33	98	32,67
	2	32	33	33	98	32,67
	Total	64	66	66	196	
	Rataan	32	33	33		32,67
A1 (C/N 27)	1	31	32	33	96	32
	2	30	32	32	94	31,33
	Total	61	64	65	190	
	Rataan	30,5	32	32,5		31,67
A2 (C/N 30)	1	31	32	34	97	32,33
	2	31	33	33	97	32,33
	Total	62	65	67	194	
	Rataan	31	32,5	33,5		32,33
Total		187	195	198	580	
Rataan		31,17	32,5	33		32,22

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(580)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{336.400}{18} \\
 &= 18.688.89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum Y_{ij..}^2 - FK \\
 &= (32^2 + 33^2 + 33^2 + \dots + 33^2) - 18.688.89 \\
 &= 18.706 - 18.688.89 \\
 &= 17,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \sum \frac{P_{ij..}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(64^2 + 66^2 + 66^2 + \dots + 67^2)}{2} - 18.688.89 \\
 &= \frac{37.408}{2} - 18.688.89 \\
 &= 18.704 - 18.688.89 \\
 &= 15,11
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diatangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diatangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}
 JKA &= \frac{\sum A_i^2}{b.r} - FK \\
 &= \frac{(196^2 + 190^2 + 194^2)}{3 \times 2} - 18,688.89 \\
 &= \frac{112,152}{6} - 18,688.89 \\
 &= 18,692 - 18,688.89 \\
 &= 3,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKB &= \frac{\sum B_i^2}{a.r} - FK \\
 &= \frac{(187^2 + 195^2 + 198^2)}{3 \times 2} - 18,688.89 \\
 &= \frac{112,198}{6} - 18,688.89 \\
 &= 18,699.67 - 18,688.89 \\
 &= 10,78
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKAB &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 15,11 - 3,11 - 10,78 \\
 &= 1,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 17,11 - 15,11 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		
					5%	1%	
A	2	3,11	1,55	7,05	4,26	8,02	*
B	2	10,78	5,39	24,5	4,26	8,02	**
AB	4	1,22	0,3	1,36	3,63	6,42	Ns
Galat	9	2	0,22				
Total	17	17,11					

Kesimpulan :

- F hitung > F tabel pada 5% untuk faktor A (signifikan)
- F hitung > F tabel pada 1% untuk faktor B (high signifikan)
- F hitung < F tabel pada 5% untuk faktor AB (non signifikan)

Uji Lanjut DMRT

SyA	=	0,19		
		LSR		
P	SSR 5%	5%	SSR1%	LSR 1%
2	3,199	0,61	4,596	0,87
3	3,339	0,63	4,787	0,91

rata rata Faktor A

A1	A2	A0		
31,67	32,33	32,67		
		LSR	LSR	
PERLAKUAN	SELISIH	5%	1%	KET
A-A2	-0,66	0,326	0,447	**
A1-A0	-1	0,342	0,467	**
A2-A0	-0,34	0,336	0,447	*

A1	A2	A0
a	b	c
SyB	=	0,19

rata rata Faktor B

B0	B1	B2		
31,17	32,5	33		
		LSR	LSR	
PERLAKUAN	SELISIH	5%	1%	KET
B0-B1	-1,33	0,326	0,447	**
B0-B2	-1,83	0,342	0,467	**
B1-B2	-0,5	0,326	0,447	**
B0	B1	B2		
A	B	C		

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dianggap mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 4. SUHU AKHIR

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 (C/N 22,34)	1	30	29	30	89	29,67
	2	30	29	30	89	29,67
	Total	60	58	60	178	
	Rataan	30	29	30		29,67
A1 (C/N 27)	1	30	29	30	89	29,67
	2	30	29	31	90	30
	Total	60	58	61	179	
	Rataan	30	29	30,5		29,83
A2 (C/N 30)	1	30	28	31	89	29,67
	2	30	29	31	90	30
	Total	60	57	62	179	
	Rataan	30	28,5	31		29,83
Total		180	173	183	536	
Rataan		30	28,83	30,5		29,78

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(536)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{287,296}{18} \\
 &= 15,960.89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum Y_{ij..}^2 - FK \\
 &= (30^2 + 29^2 + 30^2 + \dots + 31^2) - 15,960.89 \\
 &= 15,972 - 15,960.89 \\
 &= 11,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \sum P_{ij..}^2 - FK \\
 &= \frac{(60^2 + 58^2 + 60^2 + \dots + 62^2)}{2} - 15,960.89 \\
 &= \frac{31,942}{2} - 15,960.89 \\
 &= 15,971 - 15,960.89
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}
 &= 10,11 \\
 JKA &= \frac{\sum A_i^2}{b.r} - FK \\
 &= \frac{(178^2 + 179^2 + 179^2)}{3 \times 2} - 15,960.89 \\
 &= \frac{95,766}{6} - 15,960.89 \\
 &= 15,961 - 15,960.89 \\
 &= 0,11 \\
 JKB &= \frac{\sum B_i^2}{a.r} - FK \\
 &= \frac{(180^2 + 173^2 + 183^2)}{3 \times 2} - 15,960.89 \\
 &= \frac{95,818}{6} - 15,960.89 \\
 &= 15,969,67 - 15,960.89 \\
 &= 8,78 \\
 JKAB &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 10,11 - 0,11 - 8,78 \\
 &= 1,22 \\
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 11,11 - 10,11 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		
					5%	1%	
A	2	0,11	0,05	0,45	4,26	8,02	Ns
B	2	9,08	4,08	37,09	4,26	8,02	**
AB	4	0,92	0,23	2,09	3,63	6,42	Ns
Galat	9	1	0,11				
Total	17	11,11					

Kesimpulan :

- F hitung < F tabel pada 5% untuk faktor A (non signifikan)
- F hitung > F tabel pada 1% untuk faktor B (high signifikan)
- F hitung < F tabel pada 5% untuk faktor AB (non signifikan)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Uji Lanjut DMRT

SyB	=	0,14		
		LSR		LSR
P	SSR 5%	5%	SSR1%	1%
2	3,199	0,45	4,596	0,64
3	3,339	0,47	4,787	0,67

rata rata Faktor B				
B1	B0	B2		
28,83	30	30,5		
PERLAKUAN	SELISIH	LSR 5%	LSR 1%	KET
B1-B0	-1,17	0,326	0,447	**
B1-B2	-1,67	0,342	0,467	**
B1-B2	-0,5	0,336	0,447	**
B1	B0	B2		
A	B	C		

Lampiran 5.

NYALA API

Perlakuan	Hidup	Tidak hidup
A0B0U1		✓
A0B0U2		✓
A1B0U1		✓
A1B0U2		✓
A2B0U1		✓
A2B0U2		✓
A0B1U1	✓	
A0B1U2	✓	
A1B1U1	✓	
A1B1U2	✓	
A2B1U1	✓	
A2B1U2	✓	
A0B2U1	✓	
A0B2U2	✓	
A1B2U1	✓	
A1B2U2	✓	
A2B2U1	✓	
A2B2U2	✓	

Lampiran 6. WARNA API



Biru

Biru kekuningan

Kuning kemerahan

Merah

Tidak hidup

UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Perlakuan	Warna api
A0B0U1	—
A0B0U2	—
A1B0U1	—
A1B0U2	—
A2B0U1	—
A2B0U2	—
A0B1U1	Biru kekuningan
A0B1U2	Biru kekuningan
A1B1U1	Biru kekuningan
A1B1U2	Biru kekuningan
A2B1U1	kuning kemerahan
A2B1U2	kuning kemerahan
A0B2U1	Biru
A0B2U2	Biru
A1B2U1	Biru kekuningan
A1B2U2	Biru
A2B2U1	kuning kemerahan
A2B2U2	kuning kemerahan

UIN SUSKA RIAU

DOKUMENTASI



Thermometer



Silicone Gun



Corong, lem dan tutup galon



Gelas ukur



EM4



Aquadest

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Feses kerbau



Ampas kelapa



Proses pencampuran bahan



Memasukan bahan ke dalam digester



Pengukuran pH dan suhu awal



Pengukuran pH akhir

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

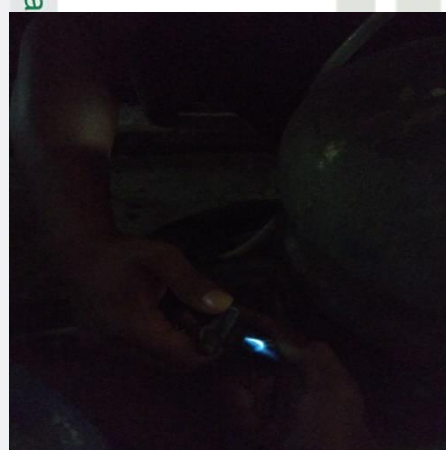
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Pengukuran suhu akhir



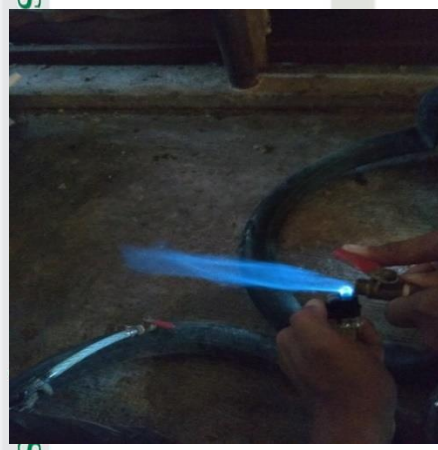
Proses fermentasi biogas



Uji nyala api hari ke 10



Uji nyala api hari ke 20



Uji nyala api hari ke 30



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.